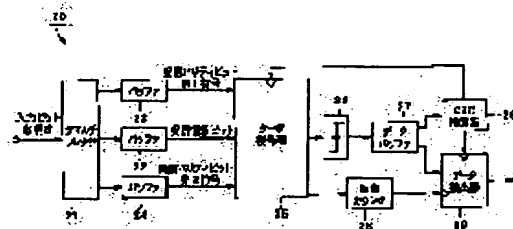


(11)Publication number : 2000-183758  
(43)Date of publication of application : 30.06.2000

H03M 13/29  
H03M 13/13  
H03M 13/27

(72)Inventor : BOEHNKE RALF

Priority number : 98 98123611    Priority date : 10.12.1998    Priority country : EP



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(43)公開日 平成12年6月30日(2000.6.30)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 3 M 13/29  
13/13  
13/27

識別記号

FI  
H03M 13/29  
13/13  
13/27

テーマコート\* (参考)

審査請求 未請求 請求項の数18 OL (全 8 頁)

(21)出願番号	特願平11-352261
(22)出願日	平成11年12月10日(1999. 12. 10)
(31)優先権主張番号	9 8 1 2 3 6 1 1 . 0
(32)優先日	平成10年12月10日(1998. 12. 10)
(33)優先権主張国	ヨーロッパ特許庁(E P)

(71)出願人 598094506  
ソニー インターナショナル (ヨーロッ  
パ) ゲゼルシャフト ミット ベシュレ  
ンクテル ハフツング  
ドイツ連邦共和国 デー-50829 ケル  
ン フーゴ エックナー シュトラーセ  
20

(74)代理人 100067736  
弁理士 小池 晃 (外2名)

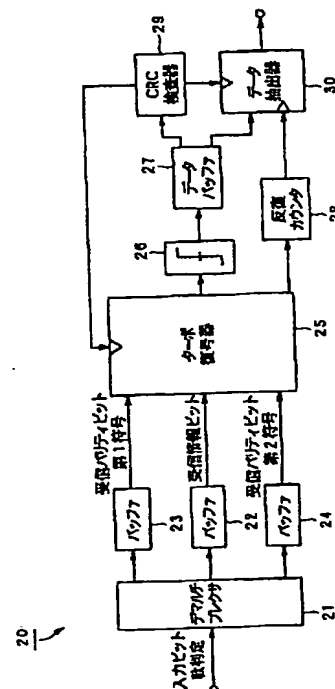
**最終頁に続く**

(54) 【発明の名称】 復号装置及び復号方法、並びに符号化装置及び符号化方法

(57) 【要約】

【課題】 多次元符号化された情報に対する反復復号処理において、復号処理の信頼度を維持しつつ、無駄な反復ステップを省略することにより処理量及び処理遅延を軽減する。

【解決手段】 転送情報に検査符号を付加し、反復復号処理が繰り返されるたびに、復号された情報を検査し、この検査の結果に基づいてさらなる復号処理を実行するか否かを決定する。検査の結果が肯定的である場合には、復号処理を停止し、復号された情報を出力する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 多次元符号化された情報に対し、反復復号処理を行う復号装置において、

上記多次元符号化された情報に対して少なくとも1回の反復復号処理を行う復号手段と、

上記反復復号処理が繰り返される度に、復号された情報を検査し、該検査の結果に基づいて上記復号手段にさらなる復号処理を行わせる検査手段とを備える復号装置。

【請求項2】 上記検査手段は、上記復号された情報における誤りを検出する誤り検出手段を備えることを特徴とする請求項1に記載の復号装置。

【請求項3】 上記多次元符号化された情報は、巡回冗長チェックサム符号を含み、上記誤り検出手段は、上記復号された情報に対し巡回冗長検査を行うことを特徴とする請求項2に記載の復号装置。

【請求項4】 上記検査手段は、上記復号された情報に対し誤り検出処理及び誤り訂正処理を行う誤り検出／訂正手段を備えることを特徴とする請求項1に記載の復号装置。

【請求項5】 上記検査手段は、上記検査の結果が否定的値を示したとき、上記復号手段にさらなる復号処理を行わせるための制御信号を出力することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の復号装置。

【請求項6】 上記復号手段が繰り返した復号処理の回数を計数し、該回数が所定の最大値に到達したとき、上記検査結果が否定的値を示している場合でも、上記復号された情報を出力させる計数手段を備えることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の復号装置。

【請求項7】 上記検査結果が肯定的値を示したとき、上記復号された情報からデータを抽出し、抽出したデータを出力する抽出手段を備えることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の復号装置。

【請求項8】 多次元符号化された情報に対し反復復号処理を行う復号方法において、  
上記多次元符号化された情報に対して少なくとも1回の反復復号処理を行う復号処理ステップと、  
上記反復復号処理が繰り返される度に、復号された情報を検査し、該検査の結果に基づいてさらなる復号処理を実行するか否かを決定する検査ステップとを有することを特徴とする復号方法。

【請求項9】 上記検査ステップは、上記復号された情報における誤りを検出する誤り検出ステップを有することを特徴とする請求項8に記載の復号方法。

【請求項10】 上記多次元符号化された情報は、巡回冗長チェックサム符号を含み、上記誤り検出ステップにおいて、上記復号された情報に対し巡回冗長チェックサム符号を行うことを特徴とする請求項9に記載の復号方法。

【請求項11】 上記検査ステップは、上記検査の結果が否定的値を示しているとき、さらなる反復復号処理を

実行させるための制御信号を生成する制御信号生成ステップを有することを特徴とする請求項8乃至10のいずれか1項に記載の復号方法。

【請求項12】 上記検査ステップは、上記復号された情報に対し誤り検出処理及び誤り訂正処理を行う誤り検出／訂正ステップを有することを特徴とする請求項8乃至11のいずれか1項に記載の復号方法。

【請求項13】 上記復号処理が繰り返された回数をカウントし、該回数が所定の最大値に到達したとき、上記検査結果が否定的値を示している場合であっても、上記復号された情報を出力させる計数ステップを有することを特徴とする請求項8乃至12いずれか1項に記載の復号方法。

【請求項14】 上記検査結果が肯定的値を示したとき、上記復号された情報からデータを抽出し、抽出したデータを出力する抽出ステップを有する請求項8乃至13いずれか1項に記載の復号方法。

【請求項15】 入力データに対するチェックサム符号を生成するチェックサム符号生成手段と、  
上記入力データ及び上記チェックサム符号生成手段が生成したチェックサム符号に基づいてデータフレームを生成するデータフレーム生成手段と、  
上記データフレームを多次元符号化する多次元符号化手段とを備える符号化装置。

【請求項16】 上記チェックサム符号生成手段は、巡回冗長チェックサム符号を生成することを特徴とする請求項15に記載の符号化装置。

【請求項17】 入力データに対するチェックサム符号を生成するチェックサム符号生成ステップと、  
上記入力データ及び上記チェックサム符号生成手段が生成したチェックサム符号に基づいてデータフレームを生成するデータフレーム生成ステップと、  
上記データフレームを多次元符号化する多次元符号化ステップとを有する符号化方法。

【請求項18】 上記チェックサム符号生成ステップにおいて、巡回冗長チェックサム符号を生成することを特徴とする請求項17に記載の符号化方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、通信システムを介して情報を伝送するために情報を多次元符号化する符号化装置及び符号化方法に関する。また、本発明は、多次元符号化された情報に対し反復復号処理を行う復号装置及び復号方法に関する。特に、本発明は、例えば無線通信システム等の通信システムの通信端末として実現される復号装置及び復号方法、並びに符号化装置及び符号化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えば、無線通信システムにおける基地局等の送信装置から、移動局等の受信端末に情報を伝送

する場合、外乱等により伝送チャネルにおいて誤り（エラー）が発生することがある。受信端末は、このような誤りを検出し、訂正する必要がある。伝送される情報内で発生した誤りを検出及び訂正するために、例えばチャネル符号化の手法を用いることができる。チャネル符号化においては、誤り符号シンボル又は誤り符号ビットを伝送すべき情報に付加する。これらの冗長誤りビットは、情報とともに伝送され、受信側で復号され、これにより伝送された情報内に発生した誤りが検出され、訂正される。

【0003】チャネル符号化を実現するために、送信装置内に設けられた符号化装置は、対応する符号化方式に応じて、情報ビットに基づいて誤り符号を生成する。受信側は、誤り符号を用いて、誤りが生じた情報ビットを検出する。誤り訂正の可否は、誤りの大きさ、発生位置、誤り符号の量等により決定される。

【0004】このようなチャネル符号化において、マルチプル符号化法が用いられることがある。マルチプル符号化の1つとして多次元符号化の手法が知られている。さらに、多次元符号化の1つとして、並列連接再帰的組織畳み込み符号（parallel concatenated systematic recursive codes）、いわゆるターボ符号が知られている。このターボ符号については、シー・ベロウ（C. Berrou）著、1993年5月発行のProc. ICC'93「ニア・シャノン限界誤り訂正及び復号：ターボ符号（1）（Near Shannon limit error-correcting and decoding: Turbo-Codes(1)）」に記載されている。

【0005】多次元符号化された情報は、受信側において、反復復号処理により復号される。ここでは、所定の回数の反復復号処理又は繰り返しステップが実行され、これにより、ビット誤り率又はデータフレーム誤り率を所定の値に改善することができる。ターボ復号処理においては、例えば8回又は16回等の所定の回数の反復復号処理又は復号ループが実行され、これにより全体的に十分な性能が得られる。

【0006】符号化率（code rate）が $1/3$ の符号化装置40の構成を図3に示す。入力される情報はNビットからなる符号ブロックであり、この符号ブロックは、この符号化装置40により符号化され、3本の出力線から出力される。図3に示す従来の符号化装置40は、第1の符号器41と第2の符号器42を備える。第1の符号器41には、入力情報が何ら変更を加えられないまま供給される。一方、第2の符号器42には、後述するターボインターリーブ43においてインターリーブ処理された入力情報が供給される。

【0007】この符号化装置40は、なんら変更を加えていない入力情報（以下、無変更の入力情報という。）を第1の出力ビット#0として出力する。

【0008】第1の符号器41は、入力情報をそれぞれ1ビット遅延させる遅延器44、45を備える。第1の

符号器41に供給された無変更の入力情報は、遅延器44に供給されて1ビット遅延され、続いて遅延器45に供給されてさらに1ビット遅延される。遅延器44及び遅延器45から出力された情報は、それぞれ加算器46にフィードバックされる。この加算器46において、無変更の入力情報と、遅延器44からの出力情報と、遅延器45からの出力情報とが加算される。この加算器46から出力された情報は、遅延器44及び加算器47に供給される。加算器47は、加算器46から出力された情報と遅延器45から出力された情報とを加算する。この加算器47から出力される情報が、この符号化装置40の第2の出力情報、すなわち出力ビット#1となる。

【0009】この符号化装置40に入力された情報は、上述のように、ターボインターリーブ43にも供給される。ターボインターリーブ43は、入力された情報をインターリーブし、このインターリーブした情報を第2の符号器42に供給する。この情報は、遅延器48に供給されて1ビット遅延された後、遅延器49に供給されてさらに1ビット遅延される。遅延器48及び遅延器49から出力された情報は、加算器50に供給される。加算器50は、ターボインターリーブ43から供給された情報に、これら遅延器48から出力された情報と、遅延器49から出力された情報を加算する。加算器50から出力された情報は、遅延器48及び加算器51に供給される。加算器51は、加算器50から供給された情報と遅延器49から供給された情報とを加算する。この加算器51から出力される情報は、この符号化装置40における第3の出力情報、すなわち出力ビット#2となる。

【0010】上述した3つの出力ビット#0、#1、#2は、さらに所定の処理が施された後、所定の伝送チャネルを介して受信装置に伝送される。受信装置は、例えば図4に示すようなターボ復号装置60を備え、このターボ復号装置60は、受信装置が受信した信号にターボ復号処理を施す。図4に示すターボ復号装置60には、図3に示す符号化装置40から出力される3つの出力信号#0、#1、#2に対応する3つの入力情報が供給される。

【0011】図3に示す符号化装置40の第1の出力ビット#0は、無変更の入力情報に基づくものであり、この情報ビットは、ターボ復号装置60内に設けられている第1の復号器61に供給される。第1符号の受信パリティビットは、図3に示す符号化装置40の第2の出力ビット#1に対応する軟判定用のパリティ情報であり、このパリティビットも第1の復号器61に供給される。第2符号の受信パリティビットは、図3に示す符号化装置40の第3の出力ビット#2に対応する軟判定用のパリティ情報であり、このパリティビットは、第2の復号器62に供給される。

【0012】このように、図3に示す符号化装置の第2の出力ビット#1と第3の出力ビット#2は、パリティ

ビット、すなわち誤り符号ビットであり、これらは、無変更の情報、すなわち出力ビット#1とともに伝送され、誤り符号として機能し、受信側は、これらの誤り符号を用いて伝送されてきた情報、すなわち第1の出力ビット#0に対応する情報における誤りを検出し、訂正する。

【0013】第1の復号器61は、第1符号の受信パリティビット及び受信情報ビットが供給され、これらに基づいて復号軟判定値を生成し、デインターリーブ63に供給する。デインターリーブ63は、この復号軟判定値をデインターリーブし、デインターリーブした復号軟判定値を第2の復号器62に供給する。

【0014】受信情報ビットは、インターリーブ64にも供給される。インターリーブ64は、受信情報ビットをインターリーブし、インターリーブした情報を第2の復号器62に供給する。また、第2符号の受信パリティビットもこの第2の復号器62に供給される。

【0015】第2の復号器62は、上述のように、3つの入力ビットを復号する。第2の復号器62の出力信号は、軟判定値であり、デインターリーブ66にフィードバックされる。デインターリーブ66は、この軟判定値をデインターリーブして第1の復号器61にフィードバックする。

【0016】図4に示すターボ復号装置60において、デインターリーブ66が繰り返す処理の回数は、例えば8回又は16回等のように固定されており、これによりビット誤り率又はデータフレーム誤り率に関する十分な性能が得られる。すなわち、各繰り返しステップにおいて、第2の復号器62は、第1の復号器61及びデインターリーブ63の軟判定尤度値を向上させる。各繰り返しステップにおいて、軟判定尤度値は、変化及び向上し、これによりビット誤り率及びデータフレーム誤り率が改善される。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】上述のようなターボ復号器60においては、所定回数の反復復号処理が行われた後、第2の復号器62から出力される軟判定値は、デインターリーブ65に供給される。デインターリーブ65は、この軟判定値をデインターリーブした後、デインターリーブした軟判定値を硬判定器67に供給する。硬判定器67は、軟判定値を硬判定値、例えば「0」又は「1」のビット情報に変換して出力する。このようなターボ復号装置60では、常に相当数の繰り返し処理が必要であるため、計算の負荷が高く、電力の消費量が大きい。また、各繰り返しループに一定の処理時間が必要なため、処理による遅延も大きい。

【0018】そこで、欧州特許公開公報EP0755122A2には、多次元復号において、反復復号処理に関する最適な回数を決定する手法が開示されている。この手法においては、反復復号処理を行うたびに第2の復号

器から出力される軟判定値が直前の処理における軟判定値と比較される。2つの連続する反復復号処理の結果得られた2つの軟判定値に変化がない場合、反復復号処理は停止される。しかしながら、この手法では、伝送された情報ビットに誤りが多い場合、誤りの検出及び訂正の精度が低くなる。また、上述のように、2つの連続する反復復号処理の結果得られる軟判定尤度値が同じになるまで、処理を繰り返す必要があるため、実際に必要な処理よりも常に1回多く処理を行う必要がある。

【0019】そこで、本発明は、多次元符号化された情報に対する反復復号処理を有効かつ効率的に行うことができる復号装置及び復号方法、並びに符号化装置及び符号化方法を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、本発明に係る復号装置は、多次元符号化された情報に対し、反復復号処理を行うものであり、多次元符号化された情報に対して少なくとも1回の反復復号処理を行う復号手段と、反復復号処理が繰り返される度に、復号された情報を検査し、該検査の結果に基づいて上記復号手段にさらなる復号処理を行わせる検査手段とを備える。

【0021】また、本発明に係る復号方法は、多次元符号化された情報に対し反復復号処理を行うものであり、多次元符号化された情報に対して少なくとも1回の反復復号処理を行う復号処理ステップと、反復復号処理が繰り返される度に、復号された情報を検査し、検査の結果に基づいてさらなる復号処理を実行するか否かを決定する検査ステップとを有する。

【0022】また、本発明に係る符号化装置は、入力データに対するチェックサム符号を生成するチェックサム符号生成手段と、入力データ及びチェックサム符号生成手段が生成したチェックサム符号に基づいてデータフレームを生成するデータフレーム生成手段と、データフレームを多次元符号化する多次元符号化手段とを備える。

【0023】また、本発明に係る符号化方法は、入力データに対するチェックサム符号を生成するチェックサム符号生成ステップと、入力データ及びチェックサム符号生成手段が生成したチェックサム符号に基づいてデータフレームを生成するデータフレーム生成ステップと、データフレームを多次元符号化する多次元符号化ステップとを有する。

【0024】本発明に係る復号装置及び復号方法、並びに符号化装置及び符号化方法によれば、多次元符号化された情報に対する反復復号処理を最適化し、効率を向上させることができる。特に、本発明では、情報が正しく復号された時点で反復復号処理を停止し、無駄な反復復号処理は実行されない。したがって、ターボ復号処理の性能を犠牲にすることなく、反復復号処理の平均反復回数を削減することができる。このように反復回数を削減

7  
 することにより、復号精度を維持したまま、計算を単純化することができ、これにより処理遅延を小さくすることができる。また、反復復号処理の繰り返し回数の最大値を設けることにより、ビット誤り率及びデータフレーム誤り率を既存の手法と同等に保つことができる。反復復号処理の繰り返し回数の最大値に比べてかなり少ない反復復号処理により、多くのデータフレームを完全に復号し、訂正することができる。したがって、本発明によれば、従来の手法に比べ反復復号処理の回数を劇的に削減することができる。

【0025】好ましくは、本発明に係る復号装置が備える検査手段は復号された情報における誤りを検出する誤り検出手段を備える。多次元符号化された情報に巡回冗長チェックサム符号を含ませてもよく、この場合、誤り検出手段は、復号された情報に対して巡回冗長検査を行う。各情報データフレームにデータ量の少ない巡回冗長チェックサム符号を付加するようにしてもよい。

【0026】これに代えて、本発明に係る復号装置に、復号された情報における誤りを検出及び訂正する検出／訂正手段を設けてもよい。このような構成により、復号手段が反復復号処理を所定の最大回数行っても全ての誤りを訂正できなかった場合、これらの誤りをさらに訂正することができる。

【0027】さらに好ましくは、検査手段は、検査手段による検査結果が否定的な値、すなわち情報に誤りが含まれていることを示している場合、制御信号を復号手段に供給し、復号手段にさらなる反復復号処理を実行させる。このように、復号手段は、毎回、1回の復号処理を実行し、さらに、復号した情報が正しくないことを示す検査結果に基づいて、検査手段が制御信号を生成した場合のみ、この制御信号に制御又はトリガされてさらなる復号処理を繰り返す。

【0028】本発明に係る復号装置が備える、多次元符号化された情報に対して少なくとも1回の反復復号処理を行う復号手段は、既存の反復復号器の構造を用いてもよい。

【0029】さらに、好ましくは、本発明に係る復号装置は、復号手段が繰り返した復号処理の回数をカウントし、該回数が所定の最大値に到達したとき、検査結果が否定的値を示している場合でも、復号された情報を出力させる計数手段を備える。すなわち、反復復号処理の回数は、所定の最大回数に制限される。復号された情報に対する検査結果は、通常、軟判定尤度値で示されるものであり、また、復号された情報の信頼度を示すものであるため、さらなる処理段階においてこの検査結果を利用することができる。例えば、後続する処理ステップにおいて、この信頼度を示す情報に基づき、誤りを含む情報データをどう扱うかを判断することができる。

【0030】さらに、本発明に係る復号装置は、検査手段による検査結果が肯定的値を示したとき、復号された

情報からデータを抽出し、抽出したデータを出力する抽出手段を備える。例えば、復号情報にチェックサム符号が付加されている場合、抽出手段は、チェックサム符号を除去し、次の処理に必要な情報を示す情報データのみを抽出する。

【0031】本発明に係る符号化装置は、好ましくは、チェックサム符号生成手段を備え、さらにこのチェックサム符号は好ましくは巡回冗長チェックサム符号である。元の入力ビットと、入力ビットに基づいて生成された巡回冗長チェックサム符号ビットを用いて、新たなデータフレームを構成する。これによりデータ量が若干増加するが、この増加分は極僅かであり、受信側は、この巡回冗長チェックサム符号を用いて電力消費量及び計算の複雑性を大幅に削減することができる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る復号装置及び復号方法、符号化装置及び符号化方法について図面を参照して詳細に説明する。

【0033】図1は、本発明を適用した符号化装置10の構成を示すブロック図である。この符号化装置10は、所定のシリアルデータが入力されるデータ入力部11と、データ入力部11に入力されたデータに基づいてチェックサム符号を生成するチェックサム生成器12と、データ入力部11に入力されたデータ及びチェックサム生成器12が生成したチェックサム符号にもとづいてデータフレームを生成するフレームフォーマッタ13と、フレームフォーマッタ13が生成したデータフレームをターボ符号化するターボ符号器14とを備える。

【0034】データ入力部11は、連続して供給されるシリアルデータから例えばN個のデータ $d_0, d_1, \dots, d_{N-1}$ からなるデータフレームを受信し、このデータフレームをチェックサム生成器12及びフレームフォーマッタ13に供給する。チェックサム生成器12は、入力されたデータフレームのビットに基づいて例えば巡回冗長チェックサム符号等のチェックサム符号を生成する。例えば、この実施例において、データフレームが1024ビットである場合、チェックサム生成器12は、Mを16として $C_0, \dots, C_{M-1}$ からなる16チェックサム符号ビットを生成し、このチェックサム符号ビットをフレームフォーマッタ13に供給する。

【0035】フレームフォーマッタ13は、データ入力部12から受信したデータフレームとチェックサム生成器12から受信したチェックサム符号に基づいて、元の情報に基づくデータビットとチェックサム生成器12が生成したチェックサム符号とを含む新たなデータフレームを生成する。この具体例においては、新たなデータフレームは、1024+16、すなわち1040ビットから構成される。ここで、元のデータフレームサイズに対して付加されたビットの割合は、16/1040、すなわち約1.5%となり、この値は非常に小さいものであ

る。フレームフォーマット 13 は、以上のようにして生成した新たなデータフレームをターボ符号器 14 に供給する。この具体例において、ターボ符号器 14 は、情報伝送のための多次元符号化を行う符号器の一例に過ぎない。

【0036】図 2 は、本発明を適用した復号装置 20 のブロック図である。例えば復調器から出力された、軟判定値形式の入力情報ビットは、デマルチプレクサ 21 で 3 つの異なる出力ビットにデマルチプレクスされ、これにより軟データビットと軟パリティビットが分離される。この異なる 3 つの出力ビットは、例えば図 1 に示す符号化装置 10 等の対応する送信機のターボ符号化装置によって生成された 3 つの出力信号にそれぞれ対応する。第 1 の出力信号は、変更が加えられていない受信情報ビットであり、この受信情報ビットは、一旦、バッファ 22 に格納される。デマルチプレクサ 21 から出力される第 2 の出力信号は、第 1 符号の受信パリティビットであり、このパリティビットは、一旦、バッファ 23 に格納される。デマルチプレクサ 21 から出力される第 3 の出力信号は、第 2 符号の受信パリティビットであり、このパリティビットは、一旦、バッファ 24 に格納される。バッファ 22、23、24 から出力される 3 つの信号は、多次元符号化された情報をインターリーブ復号する復号器、すなわちターボ復号器 25 に供給される。

【0037】この実施例におけるターボ復号器 25 は、後に詳細に説明するが、入力された各データフレームに対して 1 回目の反復復号処理を実行した後は、繰り返しステップを実行させるための制御信号によるトリガを待つて反復復号処理を繰り返す。換言すれば、ターボ復号器 25 は、各データフレームに対する 1 回目の反復復号処理以外については、制御信号によるトリガがない限り反復復号処理を繰り返さない。

【0038】本発明を適用した復号装置 20 は、さらに、各反復復号処理により復号された情報を検査し、その検査による結果に基づいて、例えばターボ復号器 25 等の復号器を制御し、さらなる反復復号処理を実行させる検査回路を備える。この図 2 に示す実施例においては、復号された情報を検査する検査回路は、巡回冗長チェックサム符号検査器 29 であり、巡回冗長チェックサム符号検査器 29 は、各データフレームに含まれているチェックサム符号ビット  $c_0, c_1, \dots, c_{n-1}$  に基づいて、転送データ  $d_0, d_1, \dots, d_{n-1}$  の誤りを検出する。

【0039】巡回冗長チェックサム符号検査器 29 の前段には、硬判定器 26 と、データバッファ 27 が設けられている。硬判定器 26 は、ターボ復号器 25 から出力された軟判定値を硬判定値、例えば 0 または 1 のビット情報に変換し、この硬判定値をデータバッファ 27 に供給する。データバッファ 27 は、この情報を一旦バッファリングし、この情報をデータフレーム単位で巡回冗長チ

ェックサム符号検査器 29 に供給する。巡回冗長チェックサム符号検査器 29 は、巡回冗長検査により情報の誤りを検出する。巡回冗長チェックサム符号検査器 29 は、伝送データ  $d_0, d_1, \dots, d_{n-1}$  の誤りを検出したときには、制御信号を生成して、この制御信号をターボ復号器 25 にフィードバックする。ターボ復号器 25 内には、トリガ回路又は制御回路が設けられており、このトリガ回路又は制御回路は、巡回冗長チェックサム符号検査器 29 から出力された制御信号に応じて、ターボ復号器 25 本体を制御し、さらなる反復復号処理を実行させる。ターボ復号器 25 は、反復復号処理を実行するたびに軟判定値を出力し、出力された軟判定値は、硬判定器 26 において硬判定値に変換された後、データバッファ 27 に格納される。すなわち、このようにして、データバッファ 27 には、元の伝送情報を推定して得られた情報と、巡回冗長検査符号とが格納される。

【0040】さらに、ターボ復号器 25 は、各反復ループの完了を示す信号を反復カウンタ 28 に供給し、この信号に基づいて反復カウンタ 28 は、反復復号処理が行われた回数を計数、すなわちカウントする。反復カウンタ 28 は、ターボ復号器 25 による反復復号処理が行われる度にカウント値を 1 インクリメントし、新たなデータフレームが受信され、処理されたデータフレームが出力されたときに、カウント値をリセットする。処理されたデータフレームが出力される場合とは、巡回冗長チェックサム符号検査器 29 が肯定的な判定を行った場合、あるいはターボ復号器 25 による反復復号処理が所定の回数繰り返された場合のいずれかである。反復カウンタ 28 のカウント値が所定の最大繰り返し回数、例えば 8 または 16 回に到達すると、反復カウンタ 28 は、これを示す制御信号又はトリガ信号をデータ抽出器 30 に供給する。データ抽出器 30 は、この制御信号又はトリガ信号を受信すると、CRC 検査器 29 による検査が終了したデータフレームからデータフレームに付加されている巡回冗長チェックビットを取り除いてデータを抽出し、抽出したデータを出力する。巡回冗長検査の結果得られた巡回冗長検査状態を示す追加的信号に基づいて、次の処理ステージにおいて、誤りを含むデータフレームをどのように扱うかを判断することができる。

【0041】エラー検査巡回冗長検査符号に代えて、誤り訂正符号を用いてもよい。この場合、本発明を適用した符号化装置は、例えばビット誤りを検出し訂正する BCH 符号やシンボル誤りを検出し訂正する RS (リード・ソロモン) 符号等の誤り訂正符号を生成し、送信すべきデータにこの訂正符号を付加する。一方、復号装置においては、例えば図 2 に示す巡回冗長検査器 29 に代えて、使用されている誤り訂正符号方式に対応する誤り検出/訂正器を設ける。このような構成により、ターボ復号器 25 が反復復号処理を最大回数行っても全ての誤りを訂正できないような場合にも、ビットエラーを訂正す



ることができる。

【0042】本発明は、上述のように、多次元符号情報に対する反復復号処理を非常に単純な構成で実現することができる。さらに、反復復号処理の最大反復回数に比べて、実際に必要な反復復号処理回数は少なく、したがって処理遅延の平均値を下げるることができる。すなわち、本発明を適用した復号装置及び符号化装置は、単純で低コストの構造を提供する。本発明においては、必要なオーバーヘッドは、巡回冗長チェックサム符号のみでよく、このオーバーヘッドは非常に小さい。復号装置におけるターボ復号器25による反復復号処理の必要回数に応じて、計算の複雑性を低下させることができる。交換された付帯的な情報を観察する他の手法に比べて、本発明によれば信頼性の高いデータフレーム訂正を行うことができる。また、本発明によれば、復号装置において、反復復号処理は、常に必要な回数だけ行われ、 unnecessary 反復復号処理を行う必要がない。

【0043】

【発明の効果】以上のように、本発明に係る復号装置及び復号方法、並びに符号化装置及び符号化方法によれば、多次元符号化された情報に対して少なくとも1回の\*

\* 反復復号処理を行し、反復復号処理が繰り返される度に、復号された情報を検査し、検査の結果に基づいてさらなる復号処理を実行するか否かを決定する。このため、反復復号処理を常に必要な回数だけ行い、復号処理の信頼度を低下させることなく処理量及び処理遅延を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明を適用した復号装置の構成を示すブロック図である。

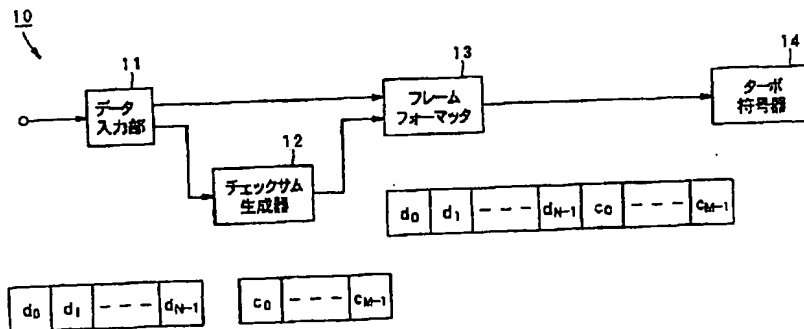
【図3】従来の符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図4】従来のターボ復号装置の構成を示すブロック図である。

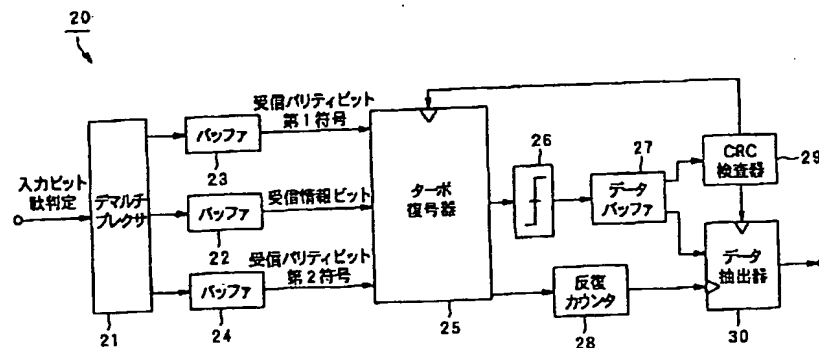
【符号の説明】

5 デマルチプレクサ、6 バッファ、7 バッファ、8 バッファ、9 ターボ復号器、10 硬判定器、11 データバッファ、12 反復カウンタ、13 CRC検査器、14 データ抽出器

【図1】

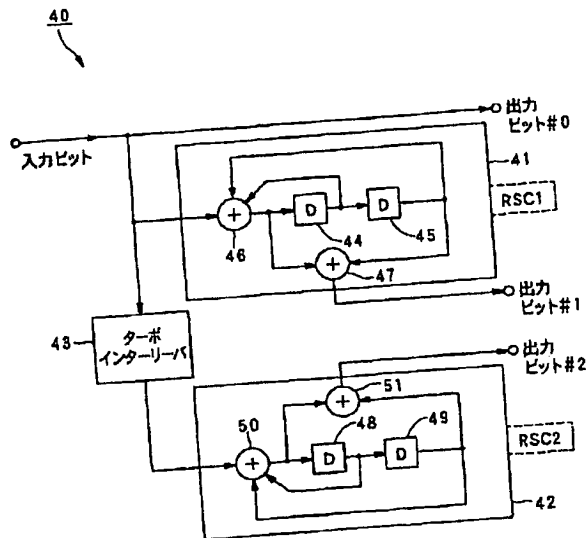


【図2】

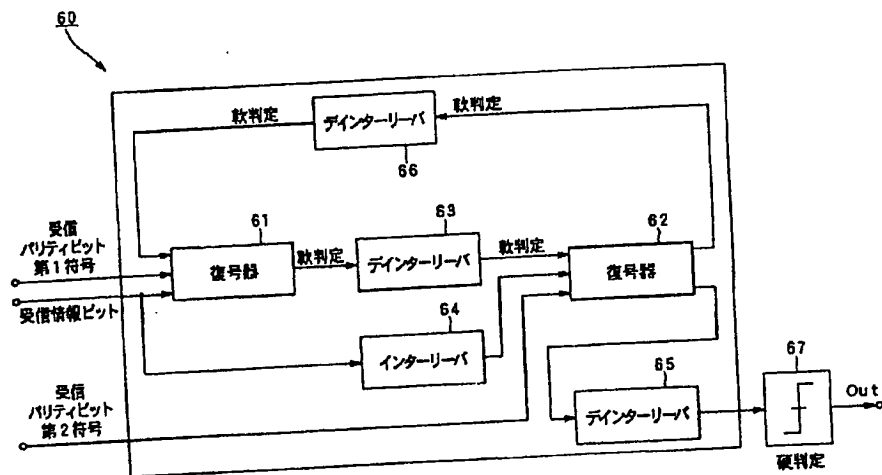


(8)

【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 ラルフ ボンケ  
 ドイツ連邦共和国 デイー-70736 フェ  
 ルバッハシュトゥットガルト シュト  
 ラーセ 106 ソニー インターナシヨナ  
 ル (ヨーロッパ) ゲゼルシャフト ミ  
 ット ベシュレンクテル ハフツングシュ  
 トゥットガルト テクノロジー センタ  
 ー内